

економіки потребує злагодженої роботи всіх гілок влади, чіткої реалізації стратегічної задачі по досягненню економічного зростання України.

1.Бродель Ф. Материальная цивилизация, экономика и капитализм. Т.2. – М.,1992. – 215 с.

2.Вибрані резюме результатів соціологічних досліджень ефективності НПА (грудень 2002 р. – лютий 2003 р.). – К.: БІЗПРО, 2003. – 70 с.

3.Гальчинський А.С., Гесць В.М. та ін. Стратегія економічного і соціального розвитку України (2004 - 2015 роки). Шляхом європейської інтеграції. – К., 2004. – 75 с.

4.Крючкова І.В., Шинкаренко Т.П., Кузнецова Л.І., Богдан І.В. Макроекономічна ситуація в Україні // Економіка і прогнозування. – 2004. – №1. – С.66.

5.Онишко С. Оцінка якості зростання економіки України // Проблеми науки. – 2003. – №5. – С.10.

6.Мир живет взаимы // Аргументы и факты в Украине. – 2006. – №20. – С.10.

7.Петкова Л. Концептуальні засади оцінки та прогнозу нової якості економічного зростання України // Регіональна економіка – 2005. – №2. – С.50.

*Отримано 14.03.2007*

УДК 693.814.25 : 791.002.237

В.И.ТОРКАТЮК, д-р техн. наук, А.П.ДЕНИСЕНКО

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВАРОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Рассматриваются особенности комплексной схемы формирования организационно-технологических решений по повышению эффективности сварочных соединений и их влияние на поточность монтажа и реализацию средств комплексной механизации и автоматизации производственных процессов и, как следствие, на надежность возведения объектов капитального строительства.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что сварочные соединения в строительстве, особенно в многоэтажном каркасном [1, 2], все больше применяются и в ряде случаев находятся на критическом пути возведения этих объектов. Многоэтажное каркасное строительство представляет собой сложные пространственные стержневые системы с включением в них площадных и объемных элементов из сборного и монолитного железобетона или металлических решетчатых систем и используется почти во всех отраслях народного хозяйства. Такая конструктивная сложность многоэтажных каркасных сооружений вызывает значительные трудности в выборе эффективных организационно-технологических решений и решений прочности, относительно их возведения с сохранением заданных параметров качества. Организационно-технологические параметры и параметры прочности взаимосвяза-

ны через фактор надежности статической работы каркаса, показателем надежности статической работы узлов элементов соединения каркаса является монтажная устойчивость, которая обеспечивается свариванием арматурных выпусков заложённых деталей.

Проблемы сваривания решались многими учеными и научно-исследовательскими институтами [3-5], но все они занимались вопросами сваривания в авиации, танкостроении и т.д., во всех этих работах не учтены характерные особенности процесса монтажа строительных конструкции полносборных сборочно-монолитных и с внешними кирпичными стенами многоэтажных каркасных строений, что связано со специфическими особенностями монтажа строительных конструкции всех строений.

Возведение многоэтажных каркасных строений имеет ряд особенностей: большое количество строительно-монтажных объектов, в том числе подвижный характер и условия работы, выполнение работ на открытой площадке, работы в сложных нестационарных условиях, которые влияют на качество сваривания в зависимости от уровня развития и функционирования сварочного производства.

В процессе сваривания физико-математические преобразования сложные, их исследование возможно с помощью вероятностно-статистических методов, которые нуждаются в свою очередь в сильном и доступном математическом аппарате обработки данных, но решить эту задачу можно только частично. Это связано со спецификой сваривания в процессе монтажа.

В процессе монтажа строительных конструкций в самих конструкциях и узлах их соединения возникают форс-мажорные монтажные условия, на которые конструкции в эксплуатационный период не рассчитывались и они превышают эксплуатационные, поэтому проблема их прогнозирования, определение и особенно повышение качества и надежности сварных соединений, которые принимают эти усилия, продолжает оставаться исключительно важной и актуальной. К настоящему времени эта проблема решалась разными путями: внедрением более прогрессивных методов неразрушающего контроля; увеличение объемов приемного контроля и повышение требований к качеству соединений. Но эти задачи решались без достаточного научного обоснования.

В первую очередь, это объясняется отсутствием непрерывных взаимосвязанных мер влияния на качество сваривания. На формирование качества сваривания конструктивных элементов многоэтажных каркасных сооружений влияют такие недостатки, как высокий уровень ручной работы, недостаточная оснащенность производства прогрес-

сивной сварочной техникой, необходимым инструментом, качественными сварочными материалами, недостаточным внедрением прогрессивных технологий. Практически во всей строительной отрасли не налажен учет качества и анализ, не отработана организация и система технического контроля, отсутствует обратная связь контроль-технология.

Таким образом, вопросы усовершенствования процесса сваривания с целью обеспечения эффективных параметров, которые обеспечивают надежное развитие процесса монтажа строительных конструкций многоэтажных каркасных строений в пространстве и во времени, остаются актуальными.

В связи с этим целью настоящей работы является определение и обоснование путей совершенствования технологии сварки конструктивных элементов многоэтажных каркасных зданий и сооружений, что дало бы возможность обеспечить качество устройства узлов их сопряжения и разработать принципы их расчета, конструирования, технологии их устройства, статической и динамической работы, направленных на усовершенствование основного процесса возведения многоэтажных каркасных зданий – процесса монтажа строительных конструкций.

Решая поставленную задачу необходимо исходить из того, что монтаж многоэтажных каркасных зданий является наиболее ответственной и сложной работой в строительстве. В этих условиях главное значение приобретают методы и способы качественного соединения строительных конструкций, среди которых слабое место принадлежит электродуговой сварке. Быстрый рост многоэтажного каркасного строительства сделали сварочный процесс одной из основных технологических операций по закреплению узлового соединения при монтаже конструкций.

Условия строительной площадки и особенности соединения элементов осложняют течение сварочных процессов, нарушают их стабильность, что приводит к браку сварных соединений. Затраты на исправление только выявленного брака в течение года по строительномонтажным трестам, выполняющим ответственные сварочные работы, составляют от 40 до 150 тыс. грн.

Исследования, проводимые на объектах, показали, что качество сварных соединений колеблется в значительных пределах и по отдельным объектам строительства находится на низком уровне. Так, например, доля вырубленного брака, обнаруженного при дефектоскопии сварных соединений, по некоторым сварочно-монтажным подразделениям составляет иногда 20-40%, а в некоторых случаях вся партия однотипных стыков бракуется. Мало обоснованы также объемы контро-

ля, назначение которых обычно не связано с уровнем технологии монтажных работ.

Указанные недостатки, связанные с существующей системой контроля, приводят к значительным экономическим потерям.

Как показала практика строительства многоэтажных каркасных зданий в Харькове, Кривом Роге, Днепропетровске и других городах Украины, увеличение затрат на повышение качества не только окупается, но и приносит значительный экономический эффект.

Качество для сварных соединений определяется совокупностью ряда таких свойств как прочность, надежность, отсутствие дефектов и т.д.

От качества сварного соединения зависит не только прочность узлового сопряжения, но и надежность и долговечность всего многоэтажного каркасного здания в целом.

В настоящее время еще невозможно точно предусмотреть все последствия и определить убытки, возникающие в результате несвоевременной сдачи многоэтажных зданий или аварии в процессе возведения и эксплуатации из-за низкого качества сварных соединений.

В условиях интенсификации монтажа сборных железобетонных конструкций задачей исключительной важности является эффективность технологических процессов и правильный выбор критериев оценки качества сварочных работ.

Дефекты же при сварке выпусков арматуры сборных железобетонных конструкций влияют на темп возведения многоэтажных каркасных зданий, препятствуют ритмичности поточного строительства.

В то же время неточность установки строительных конструкций каркасных зданий создает значительные дополнительные нагрузки на стыки соединения и поэтому проблема повышения качества сварных соединений при возведении многоэтажных каркасных зданий остается исключительно важной и актуальной.

Дефекты в сварном соединении выпусков арматуры строительных конструкций оказывают существенное влияние на прочность и деформативность узлового сопряжения.

Устранение появления дефектов сварочных процессов, влияющих на эксплуатационные свойства сварных соединений, представляет большой интерес, особенно в монтажных условиях, когда в сварных соединениях возникают непредвиденные реактивные сварочные напряжения и возникают дополнительные неучтенные нагрузки.

Так, в результате ванной сварки выпусков арматуры железобетонных конструкций в большинстве случаев в сварных соединениях возникают следующие технологические дефекты:

- зашлаковка в межторцовом зазоре;
- несплавление корня шва;
- образование пор и ноздреватости;
- краевые дефекты в виде трещин.

Исследуя причины брака сварных соединений выпусков арматуры на строительстве различных объектов [6], а также анализируя [7], можно представить прочность сварных соединений на растяжение от наличия дефектов в виде зависимости, представленной на рис.1. Рассматривая предложенную зависимость, приходим к выводу, что поры и округлые шлаковые включения оказывают наименьшее влияние на прочность сварных соединений.

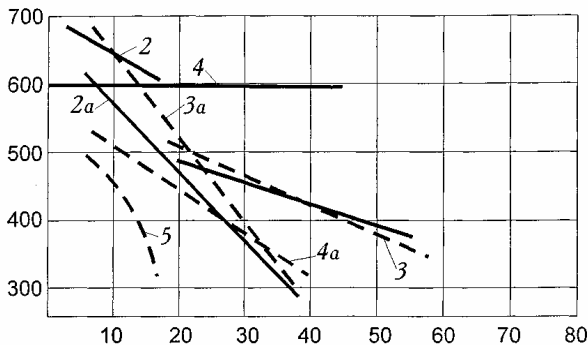


Рис. 1 – Зависимость прочности сварных соединений арматуры от относительной площади дефектов:

1 - браковочный минимум временного сопротивления арматурной стали разрыву по ГОСТ 5781-75; 2 - ванная одноэлектродная сварка (поры и округлые шлаковые включения); 2a - то же, несплавления или шлаковые включения в центре сечения; 3 - ванная полуавтоматическая сварка горизонтальных соединений стержней (ноздреватость); 3a - то же, несплавления и шлаковые включения в центре сечения; 4 - ванная полуавтоматическая сварка вертикальных соединений стержней (поры или округлые шлаковые включения); 4a - то же, несплавления или шлаковые включения с краю и в центре сечения шва; 5 – трещина

Объективным способом контроля качества сварных стыков соединений выпусков арматуры, выполненных в монтажных условиях, являются механические испытания контрольных образцов на растяжение, то есть разрушающий контроль.

В многоэтажных каркасных зданиях из сборных железобетонных конструкций сложность таких испытаний заключается в том, что вырезка контрольных образцов и восстановление этих соединений невозможно в большинстве случаев выполнять из-за придания устойчи-

ности конструкции в процессе монтажа, а также конструктивных особенностей узла сопряжения. В таких случаях на строительной площадке сваривают «образцы-свидетели», которые должны быть идентичны деловым и выполнены согласно требований нормативных документов.

Образцы-свидетели выполняются отдельно от сборных железобетонных конструкций и при этом в них не возникают реактивные сварочные напряжения, вызываемые жесткостью узла сопряжения конструкций и существенно облегчается работа сварщика. Для этого применяются имеющиеся арматурные стали на строительной площадке и поэтому, по таким «контрольным» образцам лишь приблизительно можно судить о прочности соединения.

При выполнении «образцов-свидетелей» сварщику заранее известно, что они обязательно будут подвергнуты контролю на прочность и этот психологический барьер заставляет сварщика выполнять работу по сварке соединений с особым вниманием и ответственностью, что особенно отличается от обычной практически бесконтрольной сварки.

Такой способ контроля качества сварных соединений строительных конструкций с выпусками арматуры не может удовлетворить требования современного каркасного многоэтажного строительства.

Благодаря высоким технико-экономическим показателям и безопасности работ ультразвуковой контроль (УЗК) стал реальным применением и незаменим для контроля качества сварных стыков арматуры.

Хронометраж затрат времени на дефектоскопию 50 стыков выпусков арматуры колонн из сборного железобетона на объекте цех примесей Биохимзавода в г.Шебекино [8] показал, что затраты труда на гамма-графирование составляют 32,5 чел.-ч, а на ультразвуковой контроль – 8,10 чел.-ч. Производительность труда при этом составляет при УЗК также примерно в 5 раз выше производительности труда, чем при гамма-дефектоскопии.

Из рассмотренного выше можно сделать вывод, что ультразвуковой контроль качества – наиболее приемлемый контроль для выявления дефектов ванной сварки выпусков арматуры сборных железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий.

Однако, ультразвуковая дефектоскопия имеет существенные недостатки, необходимые для выявления и предупреждения дефектов железобетонных конструкций с выпусками арматуры, выполненных ванной сваркой – оценка качества носит альтернативный характер, не определяется характер и площадь дефектов, нет возможности осуществлять раздельную оценку краевых и центральных дефектов. Ультразвуковая дефектоскопия дает возможность ориентировочно оценивать

наличие центральных дефектов при отсутствии краевых или наоборот, наличие краевых при отсутствии центральных, и при этом исключается возможность принятия эффективных мер по предупреждению появления брака, что так необходимо при монтаже конструкций многоэтажного каркасного здания.

Как показали исследования, проведенные на возведении каркасных объектов, наиболее целесообразной формой контроля качества выпусков сварной арматуры сборных железобетонных конструкций каркасных зданий является комплексная система качества: основным является ультразвуковой контроль, который в зависимости от задач применяется на всех объектах, в комплексе с гамма-контролем, который является дополнением к УЗК, с целью выполнения предупредительных функций, т.е. получения более полной информации о характере дефекта сварного соединения.

До настоящего времени проблема качества сварных соединений решалась разными путями: с одной стороны, путем внедрения более прогрессивных методов неразрушающего контроля, с другой стороны – путем увеличения объемов приемочного контроля и повышения требований к качеству соединений. Однако, эти задачи решаются без достаточного научного обоснования и поэтому уровень качества сварных сопряжений строительных конструкций остается еще на низком уровне. В первую очередь, это объясняется отсутствием непрерывных и взаимосвязанных организационно-технологических решений воздействия на качество сварочных работ.

Для уяснения процесса формирования качества сварного соединения необходимо сгруппировать факторы воздействия и представить их моделью (рис.2).

Рассматривая указанную модель, приходим к выводу, что наиболее неблагоприятное воздействие на качество сварного соединения оказывают технологические факторы, так как конструктивно-эксплуатационные факторы находятся в допустимых пределах и заранее определены. Технологические факторы формируются в условиях строительно-монтажного процесса и обладают нестабильностью. И от того, насколько подготовлен и организован процесс по формированию технологических факторов сварки, в большей степени и зависит качество сварного соединения, а также качество и надежность всего узла сопряжения строительных конструкций многоэтажного каркасного здания.

В результате производственных наблюдений удалось установить, что низкое качество сварных соединений является следствием несоответствия технологии сварки, подготовки узлов сопряжения и свароч-

ных материалов, отсутствия оперативной системы контроля сварного соединения, отсутствия единых критериев оценки дефектности сварных соединений и других скорее организационных, чем технологических недостатков.

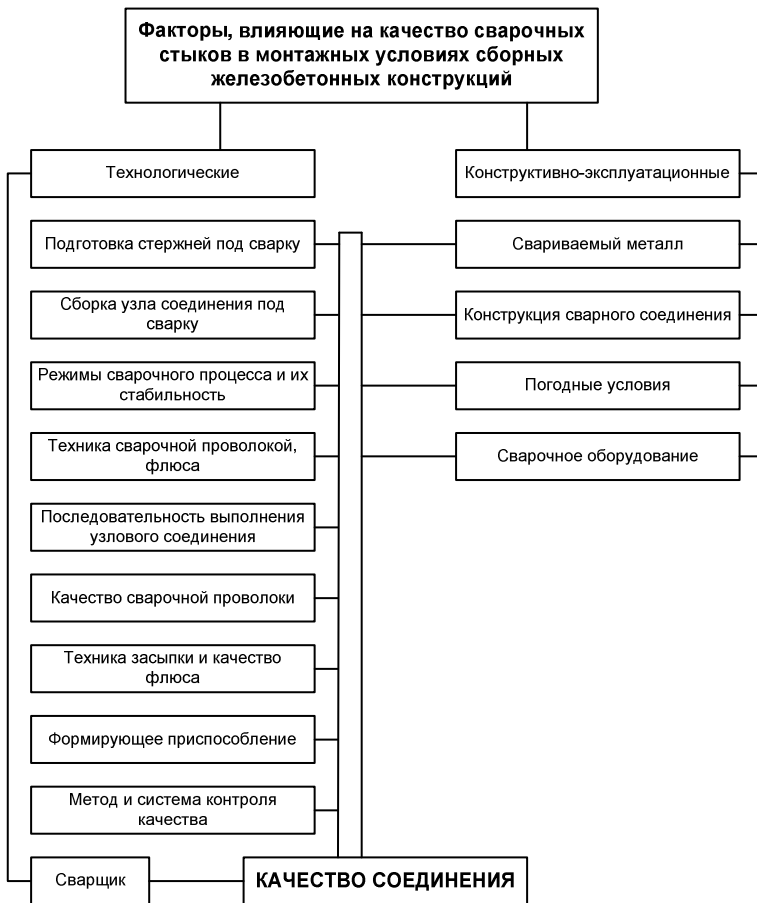


Рис. 2. – Схема формирования качества сварных соединений

Анализ существующей в настоящее время формы организации контроля сварочных работ с применением ее к монтажу сборных железобетонных конструкций с выпусками арматуры не дает положительных результатов при возведении многоэтажных каркасных зданий.



При контроле качества сварных соединений в сварочно-монтажных организациях широко применяется пассивный контроль, основанный по принципу контроля «годен» или «не годен». Применяя такую систему контроля качества сварных соединений, нельзя обоснованно и качественно провести анализ результатов контроля с целью выявления причин брака для предупреждения появления его в последующем процессе выполнения работ.

Как показали производственные наблюдения по выполнению сварочно-монтажных работ, наиболее совершенным является активный контроль, основанный на основе предупредительных функций. Такая система позволяет усовершенствовать организацию и систему сварочных работ, повысить эффективность, достоверность и экономичность контроля и самих сварочных работ.

Также рассмотренный ранее анализ сварных соединений [8-10], показывает, что одной из главных причин брака при выполнении сварочных работ является слабый технический контроль на всех стадиях производства сварочных работ.

Для получения высококачественных сварных соединений в многоэтажном каркасном строительстве прежде всего необходимо обеспечить на каждом этапе оперативный контроль и своевременное устранение появления причин брака. При этом, контроль сварочных работ должен основываться не на фиксировании брака, а на предупреждении его появления.

Таким образом, в каркасных системах многоэтажных зданий, конструкции которых связаны электродуговой сваркой, основными задачами контроля являются: предупреждение брака, своевременное выявление и исправление дефектов в выполненных сварных соединениях, статистический анализ причин дефектов и устранение причин появления брака.

Большое значение при этом приобретает предупредительный контроль, т.е. контроль качества сварочных материалов, подготовки узлов сопряжения под сварку, строгое соблюдение технологии сварки, квалификация сварщиков. Хорошо организованный контроль позволяет уменьшить вероятность возникновения брака при выполнении сварочных работ. Качество подготовки сварного соединения сварочных материалов во многом предопределяет качества сварочных работ.

С целью разработки эффективности организационных решений по контролю качества сварных соединений выпусков арматуры сборных железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий были проанализированы основные причины брака и дефекты, возникающие при сварке в монтажных условиях (рис.3). Из представленной

диаграммы можно констатировать, что основной причиной появления брака при ванной сварке выпусков арматуры железобетонных конструкций является прямая вина сварщика, а в некоторых часто встречающихся случаях — некачественный электродный материал и некачественная подготовка сварного стыка. В связи с этим в стыковом соединении чаще всего появляются дефекты сварки в виде зашлаковки в межторцовом зазоре и несплавления корня шва. И еще раз подтверждается предположение, что основную роль в качественном исполнении сварного соединения играют организационно-технологические решения как по выполнению электродуговой сварки, так и по своевременному контролю качества.

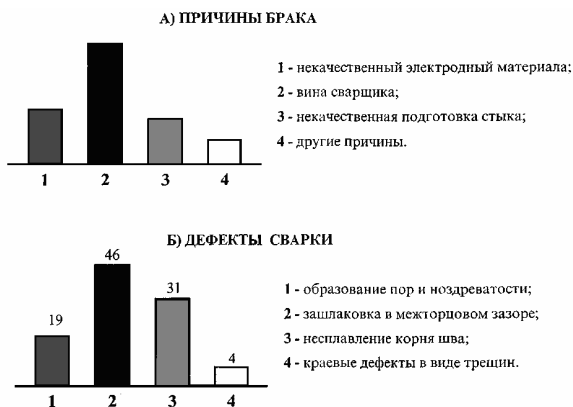


Рис. 3 – Диаграммы причин брака (А) и дефектов (Б) сварного соединения выпусков арматуры

Как показали производственные наблюдения выполнения сварочных работ и контроля качества сварных соединений при применении механических испытаний, гамма-дефектоскопии и ультразвуковой дефектоскопии на различных объектах [9, 10] уровень брака соединений остается очень высоким, а в некоторых случаях вся сваренная партия узлов была бракованная. Особенно это относилось к объектам, расположенным отдаленно от сварочной лаборатории.

Ежемесячный анализ контроля качества сварных соединений строительных конструкций [9, 10], показал, что уровень брака не постоянный и не имеет стабильности к спаду. То есть подтвердилось предположение, что главным фактором в формировании качества сварного узла сопряжения строительных элементов является прямая вина сварщика. На основании этого был проведен ежедневный анализ

выявления дефектности сварных соединений и удалось установить, что ежемесячный уровень брака зависит от нескольких дней, то есть от того, насколько правильно подготовлен ежедневный процесс формирования сварного соединения. В связи с этим была разработана типовая организационная схема (рис.4) ежедневного контроля качества с установлением причин появления дефектов сварного соединения типовой партии стыков, с конкретной оценкой технологического процесса, а также разработана схема предупредительного контроля качества сварных стыков сборных железобетонных конструкций (рис.5).

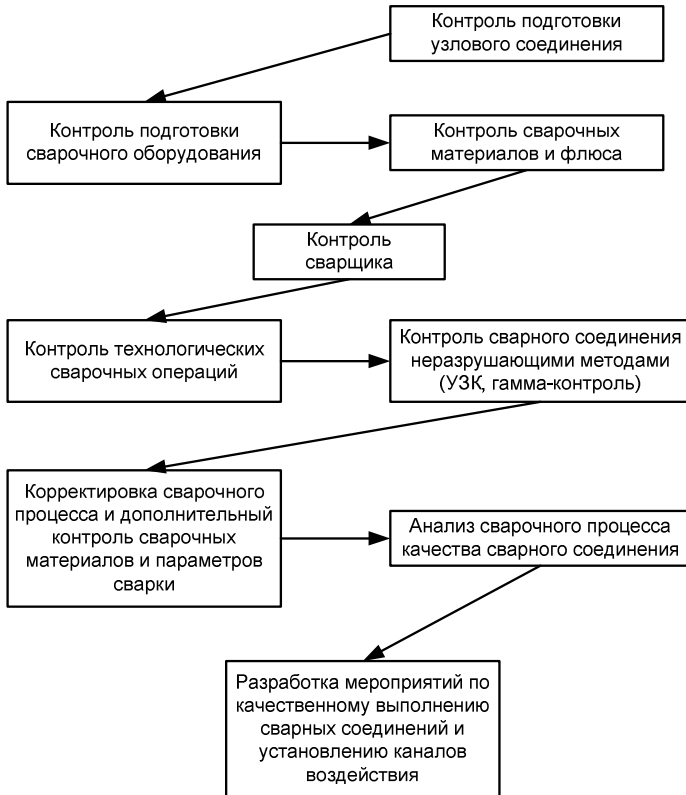


Рис. 4 – Типовая схема предупредительного контроля качества сварных стыков железобетонных конструкций в монтажных условиях

Для регулярного контроля качества сварных соединений сборных железобетонных конструкций с выпусками арматуры была выполнена

исполнительная схема монтажа и порядка сварочных работ, на этой схеме поэтапно была нанесена последовательность выполнения сварки колонн и ригелей и указан диаметр выпусков арматуры в колонне, а также клеймо сварщика, позволяющее установить, кем и где допущен брак. Такая система выполнения работ повысила оперативность и производительность контроля качества сварных соединений, а также позволила вовремя исправлять и устранять допущенный брак.

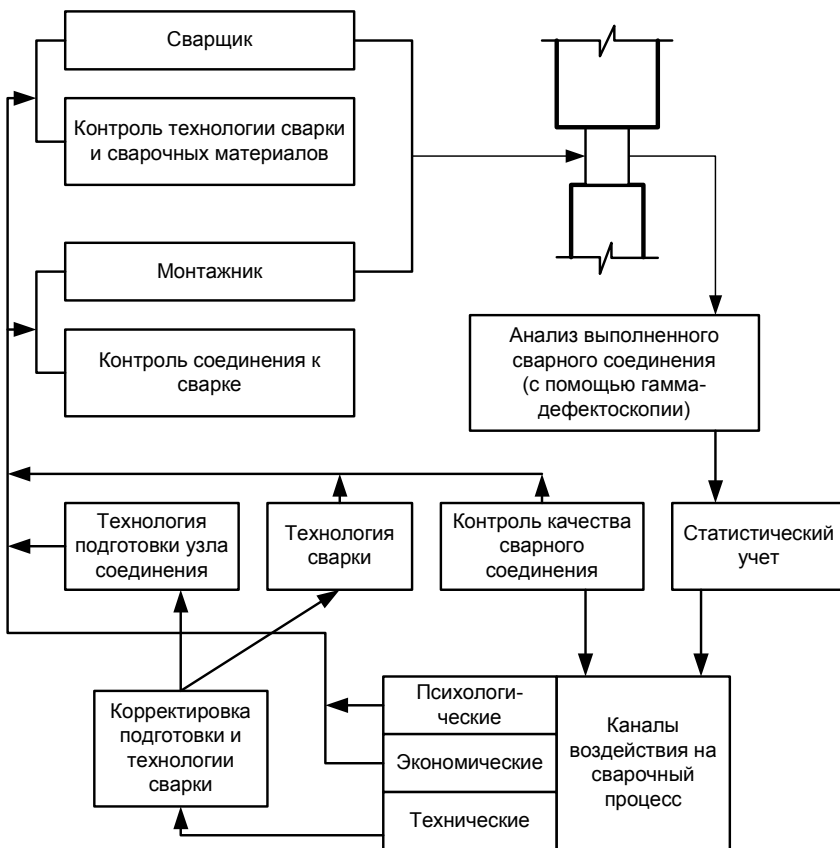


Рис. 5 – Схема ежедневного активного контроля качества сварных соединений сборных железобетонных конструкций

Производственная проверка разработанной методики производилась на строительстве макаронной фабрики и цеха примесков в

г.Шебекино и подтвердила эффективность разработанных организационно-технических решений. Здание макаронной фабрики запроектировано в серии ИИ-04 с выпусками арматурной стали 35ГС. Выпуски арматуры соединялись в монтажных условиях с помощью ручной сварки с применением электродов УОНИ. К началу производства сварочных работ, когда контроль велся не систематически, без разработанной методики, то процент брака составлял 15,7%. Последующий контроль осуществлялся по разработанной методике и к концу сварочных работ при ванной сварке составлял всего лишь 5,8%. Экспериментальные данные по контролю качества выпусков арматуры сборных железобетонных конструкций сведены в таблицу.

Контроль качества выпусков арматуры

Контролируемый этаж	Данные ультразвукового контроля при ванной сварке выпусков арматуры		
	количество стержней, подвергнутых проверке	количество забракованных стержней	процент брака
2	102	16	15,7
4	102	6	5,8

Регулярный контроль качества сварных соединений позволил существенно снизить уровень брака в стыках строительных конструкций из сборного железобетона, и при этом очевиден эффект контроля. При этом объем контроля качества сварных соединений на объекте значительно возрос и составлял 50%. Выявленные некачественные соединения исправлялись непосредственно в монтажных условиях без дополнительных затрат на установку оборудования и других приспособлений.

В результате исследований установлено, что создание организационно-технологических мероприятий взаимного контроля обеспечило необходимое качество сварных соединений сборных железобетонных конструкций в условиях монтажа и практически не выполняются механические испытания на «образцах-свидетелях», что значительно повысило интенсивность выполнения сварочных работ и надежность монтажа конструкций.

1.Торкатюк В.И., Бублик В.В. Интенсификация монтажно-сварочных работ при возведении многоэтажных каркасных зданий // Тез. докл. Всесоюзн. конф. «Пути сокращения применения ручного труда в строительстве». – Саратов, 1984. –126 с.

2.Торкатюк В.И., Бублик В.В., Самохвалов В.В. Монтажные соединения стального каркаса электросталеплавильного цеха // Монтажные и специальные строительные работы. Сер.: Изготовление металлических и монтаж строительных конструкций. Экспресс-информация ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР. Вып.7. – М., 1980. – С. 12-14.

3.Глебов Л.В., Филиппов Ю.И., Чуложников П.Л. Установка и эксплуатация машин и контрольной сварки. – Л.: Энергия, 1973. – 196 с.

4. Кузьминов А.С. Сварочные деформации судовых корпусов конструкций. – Л.: Судостроение, . – 206 с.

5. Коробка А.Г., Торкатюк В.И. Особенности монтажной сварки больших пролетных балок из высокопрочной стали 16Г2АФ // Реф. инф. о перед. опыте Минмонтажспецстроя СССР. Сер. VII. – 1975. – Вып. 12 (82). – С. 9-13.

6. Воианов А.К. и др. Ультразвуковой контроль качества сварных соединений // Бетон и железобетон. – 1976. – №1. – С. 31-32.

7. Фридман А.М., Медников В.А. Влияние дефектов ванной сварки на эксплуатационные характеристики стыковых соединений арматуры железобетонных конструкций. // Повышение качества сварной арматуры железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1977. – 25 с.

8. Евстрадов Г.И. Технологические основы повышения эффективности и качества сварных сопряжений строительных конструкций при монтаже: Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. – М.: МИСИ, 1979. – 48 с.

9. Денисов Л.С., Канер И.Е. Роль контрольных лабораторий в повышении качества сварочных работ // Безопасность труда в промышленности. – 1969. – №9. – С.12-15.

10. Денисов Л.С. Прогрессивная организация контроля сварочных работ // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 1970. – №12. – С.19-23.

*Получено 12.04.2007*

УДК 330.161 : 338.93

О.Д.РЯБЧЕНКО, канд. экон. наук

*Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків*

## **ЗМІНА ФОРМ ВЛАСНОСТІ І СИНЕРГЕТИКА**

Розглядається актуальна проблема вдосконалення управління процесом стимулювання змін форм власності в економіці України.

Постановка проблеми зміни форм власності і синергетики в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями викликана тим, що досвід у розвитку міждисциплінарних досліджень наукове співтовариство накопичило невеликий. Так, якщо розвиток кібернетики має тільки піввікову історію, то вік синергетики – всього три з невеликим десятиліття. Синергетика – це теорія самоорганізації в системах різної природи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми вказує на те, що якщо в фізиці, хімії і біології можна підводити підсумки вивчення синергетики відповідних явищ, то в соціально-економічних системах її вивчення тільки починається.

Великий внесок у розвиток реформування форм власності та синергетики внесли видатні вітчизняні і закордонні вчені Л.Абалкін, Л.Бальцерович, Д.Богиня, Г.Волинський, А.Лоскутов, А.Михайлов, П.Перерва, Д.Сакс, Г.Хакен [1-7] та ін.

При цьому соціально-економічні системи досліджувались го-